



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**
①0 **DE 195 04 714 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁸:
H 01 H 33/40
G 01 R 15/22
G 01 B 7/30
G 01 B 11/28
G 01 D 5/20

②1 Aktenzeichen: 195 04 714.1
②2 Anmeldetag: 14. 2. 95
②3 Offenlegungstag: 22. 8. 96

DE 195 04 714 A 1

⑦1 Anmelder:
Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,
DE; Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, 60596
Frankfurt, DE

⑦2 Erfinder:
Karrenbauer, Herbert, Dr.-Ing., 34266 Niestetal, DE;
Speh, Rainer, Dr.-Ing., 64331 Weiterstadt, DE;
Hoffmann, Klaus, Dipl.-Phys., 64342
Seeheim-Jugenheim, DE; Schmidt, Georg,
Dipl.-Phys., 64625 Bensheim, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

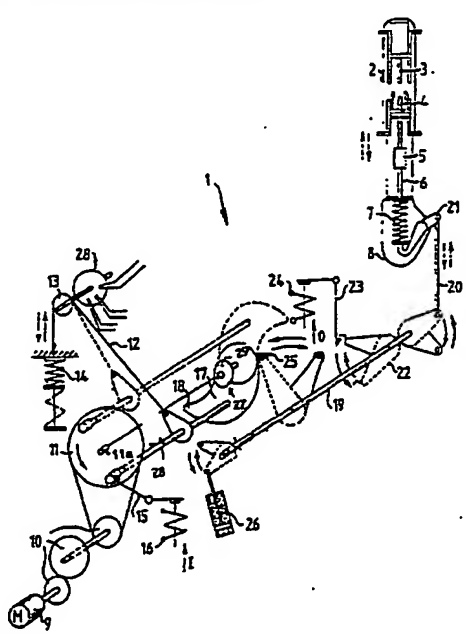
DE 38 37 805 C2
DE 38 29 966 C2
DE 31 03 485 C2
DE-AS 15 48 741
DE 43 26 640 A1
DE 43 05 512 A1
DE 41 31 819 A1

DE 38 09 454 A1
DE 37 11 958 A1
DE 28 49 918 A1
DE 24 23 058 A1
DE-OS 21 13 690
GB 21 26 711
GB 13 28 483
US 49 83 828
US 37 44 045

Prospekt: Sprecher Energie: SF₆-
Leistungsschalter 170 bis 420 kV, S.1-15;

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung einer Zustandsgröße eines Leistungsschalters

⑤7 Für ein Verfahren zur Erfassung und Überwachung wenigstens einer Zustandsgröße eines Leistungsschalters, der einen Federenergieantrieb mit einer Ausschaltfeder und einer Einschaltfeder enthält, die durch Entspannung beim Einschalten des Leistungsschalters eine mit einer Welle drehbar gelagerte Kurvenscheibe antreibt, die durch einen Hebelmechanismus auf eine an den beweglichen Schaltkontakt angekoppelte Antriebswelle einwirkt, wobei die Einschaltfeder im Anschluß an den Einschaltvorgang wieder gespannt wird, ist vorgesehen, daß beim Einschaltvorgang der von der Welle der Kurvenscheibe ab dem Einschalten des beweglichen Kontakts bis zum Beginn eines, von einem Motor bewirkten Spannarbeitsgangs zurückgelegte Drehwinkel gemessen wird, der anschließend zur Überprüfung der Zustandsgröße des Leistungsschalters ausgewertet wird.



DE 195 04 714 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erfassung und Überwachung einer Parametergröße eines Leistungsschalters, der einen Federenergieantrieb mit einer Ausschaltfeder und einer Einschaltfeder enthält, die durch Entspannung beim Einschalten des Leistungsschalters eine um eine Achse drehbare Kurvenscheibe antreibt, die durch einen Hebelmechanismus auf eine Antriebswelle einwirkt, mit der ein beweglicher Schaltkontakt des Leistungsschalters über ein Gestänge verbunden ist, wobei die Einschaltfeder im Anschluß an den Einschaltvorgang wieder gespannt wird.

Ein Verfahren und eine Vorrichtung der vorstehend beschriebenen Art sind bereits vorgeschlagen worden. Mit dem vorgeschlagenen Verfahren wird die Bewegung des beweglichen Schaltkontakts beim Ein- und/oder Ausschalten gemessen und mit vorgebbaren Werten verglichen, bei deren Über- und Unterschreitung jeweils Meldungen erzeugt werden. Es lassen sich damit Parametergrößen wie die Größe bzw. Länge des beweglichen Schaltkontakts nach dem durch Schaltvorgänge verursachten Abbrand feststellen, die über den Leistungsschalter im Hinblick auf Wartungs- oder Reparaturmaßnahmen Auskunft geben. Durch die Überwachung des beweglichen Schaltkontakts in Bezug auf die Einschalt- und Ausschaltposition kann eine Störung festgestellt werden, wenn jedoch kein Endlagensignal gemessen wird (DE 43 26 640).

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung für die Erfassung und Überwachung einer charakteristischen Größe zu entwickeln, die sich auf die Einschaltfeder und den von dieser betätigten Mechanismus bezieht.

Die Aufgabe wird für ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichen des Anspruchs 1 gelöst. Der gemäß Anspruch 1 gemessene Drehwinkel ist ein Maß für die Überschußenergie, die beim Einschalten für das erneute Spannen der Einschaltfeder verfügbar ist. Die Überschußenergie ist ein bedeutendes Kriterium zur Beurteilung des Zustands der Einschaltfeder und der von dieser angetriebenen, beweglichen Schalterkomponenten. Es muß ein bestimmtes Maß an Überschußenergie vorhanden sein, damit der Leistungsschalter einwandfrei arbeitet bzw. einschaltet.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist im Patentanspruch 2 beschrieben. Gemäß dem Anspruch 2 muß der Wert, der dem einwandfreien Ablauf des Einschaltvorgangs zugeordnet ist, überschritten werden. Ist dies nicht der Fall, dann wird eine Meldung erzeugt. Der vorgegebene Wert kann so hoch eingestellt werden, daß er noch für die einwandfreie Arbeitsweise des Leistungsschalters ausreicht, jedoch an oder nahe an einer Grenze liegt, ab der die Arbeitsweise kritisch ist.

Zweckmäßigerweise werden die bei verschiedenen Einschaltungen gemessenen Drehwinkel miteinander verglichen und die Abweichungen bzw. Differenzen in der Größe der Drehwinkel ausgewertet, indem sie mit einem Sollwert oder Sollwertbereich verglichen werden. Mit diesem Verfahren lassen sich Änderungen der Drehwinkel erkennen. Diese Änderungen sind ein Maß für Änderungen der Einschaltfedereigenschaften. Solche Änderungen dürfen im Laufe der Zeit und in Abhängigkeit von der Anzahl der Einschaltungen bestimmte Grenzen nicht überschreiten. Werden diese Grenzen

überschritten, deutet dies auf eine Verschlechterung der Federeigenschaften, z. B. der Federkonstante hin, was Anlaß für eine Wartung bzw. Überprüfung der Einschaltfeder des Leistungsschalters gibt.

Wenigstens die Drehwinkelmeßwerte zweier aufeinanderfolgender Einschaltungen sind miteinander zu vergleichen, bzw. auf unzulässige große Unterschiede zu überwachen.

Für eine Vorrichtung der eingangs beschriebenen Art wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichen des Anspruchs 4 gelöst. Mit den im Anspruch 4 angegebenen Maßnahmen wird der Drehwinkel jeweils inkremental bzw. digital und damit genau gemessen.

Die Kombination des Sensors mit dem Antrieb ermöglicht die Erfassung des Entspann-Vorgangs der Einschaltfeder im Antrieb bei der Einschaltung. Bei Erreichen der Einschaltstellung durchläuft die Kurbelwelle einen "Totpunkt". Dies hat zur Folge, daß die Überschußenergie des Systems in die Feder zurückgespeichert wird. Der nach Erreichen des Totpunktes dynamisch zurückgelegte Winkel der Kurbelwelle ist ein Maß für die Überschußenergie. Auf diese Weise kann die Überschußenergie, die ein wichtiges Kriterium für die Beurteilung des Schalterzustandes darstellt, durch die Auswerteinheit ermittelt werden. Der Totpunkt kann durch die inkrementale Spur erfaßt werden, da im Totpunkt der bewegliche Kontakt der Leistungsschalter zum Stillstand kommt. Die Anzahl der Zählimpulse ab der Feststellung des Totpunkts bis zum Stillstand oder nahezu bis zum Stillstand der Codescheibe in demjenigen Betriebszustand der Einschaltfeder, in dem diese durch die Umwandlung der kinetischen Energie der bewegten Massen wieder ein Stück gespannt ist, ist ein Maß für die oben bereits erwähnte Überschußenergie, die für eine einwandfreie Funktion des Mittel- oder Hochspannungsschalters einen gewissen Wert haben muß. Anhand der Höhe der Überschußenergie im Vergleich mit einem Sollwert oder -bereich läßt sich der Zustand des Einschaltsystems des Leistungsschalters beurteilen.

Vorzugsweise sind zu der Codescheibe Lichtwellenleiter einerseits für das Aussenden von Licht zu den Spuren und andererseits für den Empfang des von der Codescheibe modulierten Lichts vorliegend, wobei wenigstens die für den Empfang des modulierten Lichts bestimmten Lichtwellenleiter mit jeweils einem Ende in einem gegen elektromagnetische Störungen abgeschirmten Gehäuse angeordnet sind, in dem sich die optoelektrischen Empfänger und die Auswerteinheit befinden. Die Messung der Drehwinkel ist damit unempfindlich gegen elektromagnetische Störspannungen, da die Erfassung und Weiterleitung der Meßsignale mit Licht geschieht und die Auswertung in einem abgeschirmten Gehäuse angeordnet ist.

Es ist günstig, wenn jeweils die einer Spur zugeordneten Lichtwellenleiter um dem einen Ende nebeneinander auf die mit reflektierenden Markierungen versehene Spur der Scheibe gerichtet sind. Die Abtastung der Spuren geschieht bei dieser Vorrichtung nach dem Auflichtverfahren. Die Lichtwellenleiter sind raumsparend vor die Scheibe angeordnet, da auf einer Seite der Scheibe keine Lichtwellenleiter benötigt werden.

Außerdem können die Lichtwellenleiter von einer Seite in ein die Scheibe enthaltendes Gehäuse eingeführt und auf kurzem Wege bis nahe an die Scheibe verlegt sein.

Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform werden die Amplituden der bei der Bewegung der

Scheibe durch den inkrementalen Rastermaßstab vom zugeordneten opto-elektrischen Wandler erzeugten Signale festgestellt und zur Erzeugung von Zählimpulsen verwendet. Die Feststellung der Amplituden stellt sicher, daß die Zählimpulse zum richtigen Zeitpunkt unabhängig von Intensitätsschwankungen des Lichts erzeugt werden. Die Feststellung der Amplituden geschieht insbesondere durch Vergleich aufeinanderfolgender Abtastwerte. Die Maximalwerte sind erreicht, wenn nach ansteigenden Abtastwerten abfallende Abtastwerte oder umgekehrt ermittelt werden.

Zweckmäßigerweise werden die bei der Bewegung der Scheibe durch den inkrementalen Rastermaßstab vom zugeordneten opto-elektrischen Wandler erzeugten Signale einem Schmitt-Trigger zugeführt, wobei die Zeiten beim Ansprechen des Schmitt-Triggers an einer ansteigenden und abfallenden Signalflanke gemessen und zur Bestimmung des Zeitpunkts der Amplitude arithmetisch gemittelt werden. Auf diese Weise lassen sich indirekt die Zeitpunkte der Amplituden feststellen, um die Zählimpulse zu erzeugen. Auch in diesem Fall wird die Feststellung der Amplitudenzeitpunkte nicht durch Intensitätsschwankungen beeinflusst.

Es ist günstig, wenn die Intensität der Ausgangssignale der Lichtempfänger wenigstens des der zweiten und dritten Spur zugeordneten optoelektrischen Wandlers Meßfühlers in zeitlichen Abständen gemessen und in bezug auf zulässige Grenzwerte ausgewertet wird. Insbesondere beaufschlagen die Ausgangssignale einen Analog-Digital-Wandler, dessen Ausgangssignale in der Auswerteeinheit mit den Grenzwerten verglichen werden. Die Grenzwerte können bestimmten zulässigen Werten zugeordnet sein, die bereits eine Überprüfung oder einen Austausch von Bauelementen empfehlenswert erscheinen lassen, um einem nicht funktionsfähigen Zustand der Einrichtung vorzubeugen. Es kann eine Warnmeldung mit zeitlichem Vorlauf für die den Austausch der Lichtsender und/oder Lichtempfänger erzeugt werden.

Es werden vorzugsweise eine Lichtquelle und optoelektrische Wandler, die Licht im Bereich von 600–700 nm senden, bzw. in diesem Bereich eine hohe Empfindlichkeit haben, in Verbindung mit Lichtwellenleiter aus Kunststoff verwendet. Bei dieser Anordnung ergeben sich geringe Dämpfungen der Lichtsignale. Bevorzugt werden etwa 650 nm.

Die Auswerteeinheit kann die für das Einleiten der Einschaltung notwendigen Auslösesignale an die Auslösespule geben, die die Sperre der Einschaltfeder aufhebt. Die Rückspeisung einer bestimmten Überschußenergie der bewegten Massen in die Feder ist ein wesentliches Kriterium für die Arbeitsweise des Federenergieantriebs. Die Höhe der Überschußenergie wird über den Drehwinkel gemessen.

Durch den Einsatz von auf optischer Basis arbeitenden Sensoren für die Drehwinkelmessung in Verbindung mit der Lichtwellenübertragung ist eine unmittelbare Kapselung der Sensoren-Peripherie mit in einem abgeschirmten Gehäuse angeordneten Mikrocomputersystemen möglich, ohne daß elektromagnetische Störungen die Messung beeinflussen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines in einer Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben, aus dem sich weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile ergeben.

Es zeigen:

Fig. 1 einen mit einem Federenergieantrieb versehenen Hochspannungs-Leistungsschalter der einen Dreh-

winkelsensor aufweist, im Schema;

Fig. 2 Einzelheiten des Drehwinkelsensors gem. Fig. 1;

Fig. 3a eine Codierscheibe des Drehwinkelsensors von einer Seite;

Fig. 3b die Codierscheibe gem. Fig. 3a von der anderen Seite aus und

Fig. 4 ein Schaltbild einer Anordnung mit einem Drehwinkelsensor und einer Auswerteeinheit.

Ein Hochspannungs-Leistungsschalter 1 enthält eine Schaltkammer 2, in der sich ein fester Kontakt 3 und ein beweglicher Kontakt 4 befindet, der über ein Isolierrohr 5 von einer Stange 6 angetrieben wird. Der Hochspannungs-Leistungsschalter 1 ist ein SF₆-Eindruckschalter.

Die Schaltkammer 2 steht unter einem Gasdruck von einigen bar. Die für die Lichtbogenlöschung notwendige SF₆-Strömung wird während des Ausschaltvorgangs in einer Kolbenzylinderanordnung oder durch den Lichtbogen erzeugt.

Die für den Ausschaltvorgang notwendige Antriebsenergie wird von der im Polunterteil 8 angeordneten Ausschaltfeder 7 aufgebracht. Die Ausschaltfeder 7 wird während des Einschaltvorgangs durch einen Motorfederantrieb gespannt, der nachstehend näher beschrieben ist.

Ein Motor 9 treibt über ein Getriebe 10 ein Kettenrad 11 an, das sich um 180° dreht. Am Kettenrad 11 ist über eine Stange 28 das eine Ende einer Kette 12 befestigt, die über ein Umlenkrad 13 verläuft und mit dem anderen Ende an eine Einschalt-Schraubenfeder 14 angeschlossen ist. Eine "Ein"-Klinke 15 verriegelt das Kettenrad 11 und damit die Einschalt-Schraubenfeder 14 über die Einschaltkette 12 im gespannten Zustand. Zum Entriegeln ist eine Auslöse-Spule 16 vorgesehen, die auf die "Ein"-Klinke 15 einwirkt, wenn an sie eine entsprechende Spannung angelegt wird. Mit dem Kettenrad 11 ist über die nicht näher bezeichneten Stangen eine Kurvenscheibe 17 verbunden, die auf der gleichen Welle bzw. Achse 11a sitzt wie das Kettenrad 11. Die Kurvenscheibe 17 wirkt über Nocken 18 mit Rollen 25 auf eine Antriebswelle 19, die über ein Verbindungsgestänge 20 an einen Hebel 21 des Leistungsschalters 1 angeschlossen ist. Über den Hebel 21 wird die Stange 6 angetrieben. In Vorsprüngen 22, die an der Antriebswelle 19 befestigt sind, greift eine "Aus"-Klinke 23 ein, die von einer Auslösespule 24 steuerbar ist.

Vor dem Einschalten ist die Schraubenfeder 14 gespannt und die Ausschaltfeder 7 ist entspannt. Durch Betätigen der Auslösespule 16 wird die "Ein"-Klinke 15 entriegelt. Die Einschaltfeder 14 löst eine schnelle Drehung der Kurvenscheibe 17 aus, die die Energie über die Antriebswelle 19 auf das Verbindungsgestänge 20 und die Stange 6 überträgt. Hierdurch schaltet der Leistungsschalter 1 ein, wobei die Ausschaltfeder 7 gespannt und über die Klinke 23 verriegelt wird. Die Feder 14 bzw. die Kurvenscheibe 17 durchläuft einen "Totpunkt", wonach die bewegten Massen über die Kette 12 die Einschaltfeder 14 ein Stück spannen. Danach spannt der Motor 9 automatisch die Einschaltfeder 9 nach.

Vor dem Ausschalten sind die Einschaltfeder 14 und die Ausschaltfeder 7 gespannt. Durch Betätigung der Auslösesignale 16 wird die "Aus"-Klinke 15 entriegelt. Die Energie der Ausschaltfeder 7 schaltet den Leistungsschalter 1 aus und bringt über das Verbindungsgestänge 20 die Antriebswelle 19 in die Ausgangsstellung zurück.

Die Rolle 25 legt sich wieder in die für den Einschaltvorgang erforderliche Ausgangslage. Ein hydraulischer

Dämpfer 26 nimmt die überschüssige Ausschaltenergie auf.

Mit der Welle 11a ist ein Drehwinkelsensor 27 verbunden. Die Fig. 1 zeigt die Meßeinrichtung auf der Welle 11a zwischen der Kurvenscheibe 17 und dem Kettenrad 11.

Diese Anordnung wurde lediglich aus Gründen der übersichtlichen Darstellung gewählt. Der Drehwinkelsensor 27 befindet sich insbesondere an je einem Ende der Welle 11a.

Der Drehwinkelsensor 27 enthält eine drehbar mit der Welle 11a verbundene Codescheibe 29, die auf einer Welle 30 sitzt, die am Ende der Antriebswelle 19 befestigt ist. Der Drehwinkelsensor 27 ist mit drei Meßfühlern versehen, die in Fig. 2 mit gestrichelten Linien angedeutet sind. Der erste Meßfühler 31 besteht aus einer auf der Scheibe 29 aufgebrachten inkrementalen Skala, einer Lichtquelle 32, einem zwischen Lichtsender 32 und der Scheibe 29 verlaufenden Lichtwellenleiter 33, der in kurzem Abstand vor der Scheibe 29 endet, einem optoelektrischen Wandler 34 und einem zwischen dem Lichtempfänger 34 und der Scheibe 29 angeordneten Lichtwellenleiter 35, der nahe an der Scheibe 29 parallel zum Lichtwellenleiter 33 verläuft und den gleichen Abstand von der Scheibe 29 hat wie dieser.

Der zweite Meßfühler 36 hat den gleichen Aufbau wie der Meßfühler 31 und enthält die Lichtquelle, die mit der Lichtquelle 32 des ersten Meßfühlers 31 identisch ist. Zwischen der Lichtquelle 32 und der Scheibe 29 verläuft ein Lichtwellenleiter, der in kurzem Abstand vor der Scheibe 29 endet.

Weiterhin weist der zweite Meßfühler einen optoelektrischen Wandler 38 und einen zwischen dem Lichtempfänger 38 und der Scheibe 29 verlaufenden Lichtwellenleiter 39 auf, der nahe an der Scheibe 29 parallel zum Lichtwellenleiter 37 verläuft und den gleichen Abstand von der Scheibe 29 hat wie dieser.

Den Enden der Lichtwellenleiter 37, 39 stehen auf der Scheibe 29 eine Spur mit lichtreflektierenden und nicht lichtreflektierenden Abschnitten gegenüber. Der inkrementale Rastermaßstab des Meßfühlers 31 besteht ebenfalls aus lichtreflektierenden und nicht lichtreflektierenden Abschnitten und befindet sich gegenüber der Spur des Meßfühlers 36 radial außen auf der Scheibe 29.

Der dritte Meßfühler 40 hat den gleichen Aufbau wie die Meßfühler 31, 36 und enthält auch die gleiche Lichtquelle 32 wie diese beiden Meßfühler.

Zwischen der Lichtquelle 32 und der Scheibe 29 verläuft ein weiterer Lichtwellenleiter 41, der in kurzem Abstand von der Scheibe 29 endet. Der dritte Meßfühler 40 enthält weiterhin einen optoelektrischen Wandler 42 und einen zwischen dem Wandler 42 und der Scheibe 29 verlaufenden Lichtwellenleiter 43a, der nahe an der Scheibe 29 parallel zum Lichtwellenleiter 41 verläuft und dessen Ende den gleichen Abstand von der Scheibe 29 hat wie der Lichtwellenleiter 41. Die Enden der Lichtwellenleiter 41, 43 stehen auf der Scheibe einer dritten Spur gegenüber, die gegenüber der Spur des zweiten Meßfühlers 36 radial innen auf der Scheibe 29 angeordnet ist.

Die Fig. 3 zeigt die Codescheibe 29 in einer Ansicht von vorne. Auf der Scheibe befinden sich die oben erwähnten drei Spuren, die mit 43, 44 und 45 bezeichnet sind. Die Spur 43 hat über den gesamten Kreisumfang verlaufende, äquidistante lichtreflektierende und nicht lichtreflektierende Markierungen. Die Markierungen sind vorzugsweise spiegelnd abgebildet, während die anderen Bereiche schwarz sind. Die Markierungen sind

besonders fein ausgebildet und erstrecken sich über einen Winkelbereich, der insbesondere zwischen 1 und 2° liegt. Die Spur 44 erstreckt sich über einen Teilkreis, bei dessen Durchlaufen der Motor 9 abgeschaltet ist, da während der Erfassung der Spur 44 durch den zugeordneten optoelektrischen Wandler der Einschaltvorgang abläuft. Die Spur 45 steuert die Einschaltung des Motors 9, der die Einschaltefeder 14 spannt.

Die Scheibe 29 besteht aus lichtundurchlässigem Material. Die Markierungen der Spur 43 und die Markierungen der Spuren 44, 45 sind spiegelnd ausgebildet. Im übrigen ist die Scheibe 29 wenigstens im Bereich der Spuren 43, 44, 45 und ein Stück über diese Spuren hinaus schwarz ausgebildet.

In Fig. 4 ist schematisch ein Hochspannungs-Leistungsschalter mit drei Polen 46, 47, 48, dargestellt, die einen gemeinsamen Federspeicherantrieb aufweisen, der in einem Gehäuse 49 angeordnet ist. In dem Gehäuse 49 ist schematisch der Drehwinkelsensor 27 dargestellt. Vom Drehwinkelsensor 27 im Gehäuse 49 verlaufen die Lichtwellenleiter 33, 35, 37, 39, 41 und 43a zu einer Auswerteeinheit bzw. -anordnung 50. In dieser Auswerteanordnung sind die Lichtsender 32 und die Lichtempfänger 34, 38, 42 angeordnet. Die Auswerteanordnung 50 ist, wie in Fig. 4 dargestellt, den drei Polen 46, 47, 48 gemeinsam sein. Es ist aber auch möglich, für jeden der Pole eine eigene Auswerteanordnung vorzusehen.

Die Auswerteanordnung 50 enthält einen Mikrocomputer mit wenigstens einem Mikroprozessor. Der Mikrocomputer ist über nicht näher bezeichnete Eingabe-, Ausgabebausteine mit den Lichtsendern 32 und den Lichtempfängern 34, 38, 42 verbunden. Bei den Lichtsendern 32 kann es sich um Lumineszenzdiode handeln. Die Lichtempfänger 34, 38, 42 sind z. B. Phototransistoren.

Die Lichtwellenleiter 33, 35, 37, 39, 41 und 43 bestehen insbesondere aus Kunststoff von etwa 1 mm Durchmesser. Als Lichtsender werden Lumineszenzdiode eingesetzt, die vorzugsweise Licht mit etwa 600–700 nm, insbesondere 650 nm Wellenlänge, also sichtbares Licht, aussenden.

Hierbei ergibt sich eine geringe Dämpfung in den Lichtwellenleitern. Dies bedeutet, daß die optische Sendeleistung relativ gering sein kann. Die Spuren 43 bis 45 sind vorzugsweise etwa 2 mm breit. Die Stirnseiten der Lichtwellenleiter 33, 35, 37, 39, 41 und 43 sind einige Millimeter von der Oberfläche der Scheibe 29 in nicht näher dargestellten Haltern angeordnet.

Die Auswerteanordnung 50 ist insbesondere im Gehäuse 49 untergebracht und erfaßt die von den Lichtwellenleitern ausgegebenen Meßsignale.

Auf der Grundlage dieser Meßsignale übt die Auswerteanordnung Schutz-, Steuer- und Überwachungsfunktionen aus. Die Auswerteanordnung 50 ist z. B. mit einer übergeordneten Einheit verbunden.

Bei der Bewegung des Kontakts 4 erzeugt der Drehwinkelsensor 27 infolge der Modulation des Lichts durch die Markierungen der Spur 43 eine Reihe von Lichtimpulsen, die in der Auswerteanordnung in elektrische Signale umgewandelt werden. Den Lichtempfängern 34, 38, 42 sind in der Auswerteanordnung 50 nicht näher dargestellte Schmitt-Trigger nachgeschaltet, die eine Impulsformung bewirken.

Beim Einschaltvorgang entspannt sich die Feder 14, wodurch über die Einschaltefeder 17 die Kurvenscheibe 17 in Drehung versetzt wird. Die Kurvenscheibe 17 überträgt eine Kraft auf die Rolle 25 und den Hebelarm,

der die Rolle 25 trägt. Hierdurch wird die Antriebswelle 19 gedreht, die den beweglichen Schaltkontakt in die Einschaltposition bringt, in der eine Verriegelung der Antriebswelle 19 stattfindet. Bei geschlossenem Kontakt 4 hat die Einschaltfeder 14 ihre Endlage erreicht, in der sie entspannter ist als in der Öffnungsstellung des beweglichen Kontakts 4.

Beim Einschalten des beweglichen Kontakts 4 tritt an der Kurvenscheibe 17 und damit auch an der Codescheibe 18 ein "Totpunkt" auf, der festgestellt wird. Die ab diesem Totpunkt von der inkrementalen Spur 43 erzeugten Impulse werden von der Auswerteinheit 50 gezählt, bis die kinetische Energie der von der Einschaltfeder 14 in Bewegung versetzten Massen aufgezehrt ist. Der Totpunkt kann dadurch erfaßt werden, daß die Anzahl der Zählimpulse ab Beginn der Bewegung der Codescheibe gezählt und mit einem vorgegebenen Wert verglichen wird, der der Einschaltstellung entspricht. Das Ende des von der kinetischen Energie der bewegten Massen bewirkten Spannvorgangs wird durch eine Verlangsamung der Codescheibe 29 festgestellt. Der vom Totpunkt bis zum Teilspannzustand der Einschaltfeder zurückgelegte Drehwinkel der Scheibe wird gemessen. Dieser Wert ist charakteristisch für den Zustand des Federenergieantriebsmechanismus des Leistungsschalters. Für einen einwandfreien Betrieb des Leistungsschalters sind typenabhängig bestimmte Sollwerte oder ein bestimmter Sollwertbereich vorgegeben. Liegt der gemessene Wert außerhalb des Sollwerts bzw. der Grenzen des Bereichs, wird eine Meldung erzeugt, wodurch eine Kontrolle veranlaßt werden kann.

Es können mehrere Sollwerte vorgegeben werden, von denen wenigstens einer noch dem einwandfreien Betrieb des Leistungsschalters zugeordnet ist, aber an einer Grenze liegt. Wird dieser Wert erreicht, ist bei einer entsprechenden Meldung eine Prüfung des Federspeichenantriebs zweckmäßig.

Um die Änderungen der Zustandsgröße im Laufe der Zeit zu erfassen, werden die gemessenen Drehwinkel in der Auswerteinheit 50 gespeichert und miteinander verglichen, indem aufeinanderfolgend gemessene Drehwinkel voneinander subtrahiert werden. Überschreitet die Differenz bestimmte Sollwerte oder vorgegebene Toleranzen, dann wird ebenfalls eine Meldung erzeugt.

Der Motor 9 spannt ab dem von der kinetischen Energie verursachten Teilspannungszustand der Einschaltfeder 14 diese weiter bis sie ihre für die Schalterbetätigung notwendige Sollspannung erreicht hat. Die Ausgangssignale des der Spur 43 zugeordneten optoelektrischen Empfängers werden wie folgt verarbeitet.

Um die genauen Zeitpunkte der Amplituden der Ausgangssignale der Lichtempfänger festzustellen, werden in der Auswertanordnung die Zeitpunkte des Ansprechens der Schmitt-Trigger gemessen und die arithmetischen Mittelwerte der beiden jeweils aufeinanderfolgenden Zeitpunkte berechnet. Auf diese Weise können die Anzahl der Amplituden und deren Auftreten genau festgestellt werden. Es ist auch möglich, die Amplituden der Signale und die Zeitpunkte ihres Auftretens dadurch festzustellen, daß durch fortlaufenden Vergleich aufeinanderfolgender Werte der Signale das Maximum dann erkannt wird, wenn die Werte nach Zunahme abnehmen. Entsprechendes gilt für das Minimum, wenn die Werte nach der Abnahme wieder zunehmen. Jeder Amplitude entspricht dann ein Zählimpuls. Wenn die positiven und negativen Amplituden Zählimpulse auslösen, ergibt sich die doppelte Impulszahl.

Anhand der ermittelten Zeitpunkte der Amplituden

lassen sich die Zeitintervalle zwischen benachbarten Amplituden mit der Auswerteinheit 50 bestimmen. Diese Zeitintervalle sind während der Beschleunigungsphase und der Verzögerungsphase verschieden von denjenigen, in denen sich der bewegliche Kontakt mit konstanter Geschwindigkeit bewegt.

Durch die Zeitintervalle ist auch eine Bewegungskurve festgelegt, die mit einer Sollbewegungskurve verglichen wird. Abweichungen zwischen Soll- und Istbewegungskurve, die während jeder Schaltmaßnahme neu festgestellt wird, werden auf zulässige Toleranzen hin geprüft.

Die Ausgangssignale der Lichtempfänger 38 und 42 werden zur Steuerung des Motors 9 ausgenutzt.

In der Auswertanordnung 50 wird jeweils festgestellt, ob in der Ruhelage des Leistungsschalters 1 bzw. der Einschaltfeder 14 einer der Lichtempfänger 38, 42 ein Signal erzeugt, das von der Scheibe 29 reflektiertem Licht entspricht. Wenn kein entsprechendes Signal vorliegt, kann dies verschiedene Störungsursachen haben.

Es ist möglich, daß der Lichtsender ausgefallen ist. Weiterhin kann eine Unterbrechung in einem Lichtwellenleiter vorhanden sein. Oder einer oder beide Lichtempfänger 38, 42 sind ausgefallen. Wenn in einer der Ruhelagen des Leistungsschalters von beiden Lichtempfängern 38, 42 zugleich keine Signale erzeugt werden, die reflektiertem Licht auf der Scheibe 29 entsprechen, wird eine Störungsmeldung erzeugt. Die Ursache der Störung kann dann untersucht und die Störung beseitigt werden.

Eine Eingrenzung von Störungsursachen kann durch eine weitere Überwachung erreicht werden, die sich auf den Lichtsender und die Lichtempfänger bezieht. Es ist vorteilhaft, die Lichtintensität des reflektierten Lichts auf der Basis der Ausgangssignale der Lichtempfänger 38, 42 zu überwachen.

Je nachdem, in welcher Endlage sich der Leistungsschalter befindet, wird das Ausgangssignal des Lichtempfängers 38 oder 42 mit einem Analog/Digital-Umsetzer von der Auswertanordnung in einen digitalen Wert umgesetzt, der mit wenigstens einem vorgegebenen Wert verglichen wird.

Dieser vorgegebene Wert entspricht einer einwandfreien Arbeitsweise der Anordnung.

Die Auswertanordnung 50 übernimmt zweckmäßigerweise auch Steuerungsaufgaben, d. h. es bildet eine autonome Einheit, die in ein Hochspannungsschaltgerät eingebaut wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erfassung und Überwachung wenigstens einer Zustandsgröße eines Leistungsschalters, der einen Federenergieantrieb mit einer Ausschaltfeder und einer Einschaltfeder enthält, die durch Entspannung beim Einschalten des Leistungsschalters eine auf einer Welle drehbar gelagerten Kurvenscheibe antreibt, die durch einen Hebelmechanismus auf eine Antriebswelle einwirkt, mit der ein beweglicher Schaltkontakt des Leistungsschalters über ein Gestänge verbunden ist, wobei die Einschaltfeder im Anschluß an den Einschaltvorgang wieder gespannt wird, dadurch gekennzeichnet, daß beim Einschaltvorgang der von der Welle der Kurvenscheibe ab dem Einschalten des beweglichen Kontakts bis zum Beginn eines, von einem Motor bewirkten Spannarbeitsgangs zurückgelegte Drehwinkel gemessen wird, der an-

schließend zur Überprüfung der Zustandsgröße des Leistungsschalters ausgewertet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mit einem von der Welle der Kurvenscheibe angetriebenen Drehwinkelsensor der Drehwinkel gemessen wird, den die Welle zwischen einer ersten Stellung der Einschaltfeder, die der dem geschlossenen beweglichen Kontakt entsprechenden Zustand der Einschaltfeder entspricht und einer zweiten Stellung der Einschaltfeder zurücklegt, die dem von der kinetischen Energie der von der Einschaltfeder angetriebenen Massen bewirkten Spannungszustand entspricht, und daß danach der Meßwert zur Überprüfung der Zustandsgröße mit wenigstens einem vorgegebenen Sollwert oder Sollwertbereich verglichen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die bei verschiedenen Einschaltungen gemessenen Drehwinkel jeweils voneinander subtrahiert werden und daß die Differenz mit wenigstens einem vorgegebenen Sollwert oder Sollwertbereich verglichen wird.

4. Vorrichtung zur Erfassung und Überwachung einer Zustandsgröße eines Leistungsschalters, der einen Federenergieantrieb mit einer Ausschaltfeder und einer Einschaltfeder enthält, die durch Entspannung beim Einschalten des Leistungsschalters eine auf einer Welle drehbar gelagerte Kurvenscheibe antreibt; die durch einen Hebelmechanismus auf eine Antriebswelle einwirkt, mit der ein beweglicher Schaltkontakt des Leistungsschalters über ein Gestänge verbunden ist, wobei die Einschaltfeder im Anschluß an den Einschaltvorgang wieder gespannt wird, dadurch gekennzeichnet, daß mit der Welle (11a) der Kurvenscheibe (17) eine Codescheibe (29) eines Drehwinkelsensors verbunden ist, die drei optoelektrisch abtastbare Spuren aufweist, von denen die erste Spur (43) einen sich über einen vollen Kreis erstreckenden Rastermaßstab enthält, die zweite Spur (44) sich über einen Teilkreis erstreckt, bei dessen Durchlaufen ein Motor (9) zum Spannen der Einschaltfeder (14) ausgeschaltet ist, und von denen die dritte Spur (45) über einen Teilkreis verläuft, bei dessen Durchlaufen der Motor (9) eingeschaltet ist, und daß optoelektrische Empfänger mit einer Auswerteinheit (50) verbunden sind, die ab dem Einschalten des beweglichen Kontakts durch Abzählen der Taktimpulse oder Codescheibe bis zum Stillstand oder nahezu Stillstand der Codescheibe einen Drehwinkel erfaßt, der in der Auswerteinheit (50) mindestens mit einem Sollwert oder Sollwertbereich verglichen wird.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zu der Codescheibe (29) Lichtwellenleiter (33, 35, 37, 39, 41, 43a) einerseits für das Aussenden von Licht zu den Spuren (43, 44, 45) und andererseits für den Empfang des von der Codescheibe (29) modulierten Lichts verlegt sind und daß wenigstens die für den Empfang des modulierten Lichts bestimmten Lichtwellenleiter (35, 39, 43a) mit jeweils einem Ende in einem gegen elektromagnetische Störungen abgeschirmten Gehäuse (49) angeordnet sind, in dem sich die optoelektrischen Empfänger (34, 38, 42) und die Auswerteinheit (50) befindet.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils die einer Spur zuge-

ordneten Lichtwellenleiter (33, 35, 37, 39, 41, 43a) nebeneinander auf die mit reflektierten Markierungen versehene Spur (43, 44, 45) gerichtet sind.

7. Meßeinrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Amplituden der bei der Bewegung der Scheibe (29) durch den inkrementalen Rastermaßstab vom zugeordneten optoelektrischen Wandler des ersten Meßfühlers (31) erzeugten Signale festgestellt und zur Erzeugung von Zählimpulsen verwendet werden, die in der Auswerteinheit (50) verarbeitet werden.

8. Meßeinrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Amplituden durch Vergleich aufeinanderfolgender Abtastwerte bei Umkehr des Vorzeichens der Abtastwerte festgestellt werden.

9. Meßeinrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die bei der Bewegung der Scheibe (29) durch den Rastermaßstab vom zugeordneten optoelektrischen Wandler (34) der ersten Spur (43) erzeugten Signale einem Schmitt-Trigger zugeführt werden und daß die Zeiten beim Ansprechen des Schmitt-Triggers an einer ansteigenden und abfallenden Signalflanke arithmetisch gemittelt werden.

10. Meßeinrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Intensität der Ausgangssignale der optoelektrischen Wandler (38, 42) wenigstens des zweiten und dritten Meßfühlers (36, 40) in zeitlichen Abständen gemessen und in Bezug auf zulässige Grenzen ausgewertet wird.

11. Meßeinrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Lichtsender (32) und optoelektrische Wandler (34, 38, 42), die Licht im Bereich von 600–700 nm senden oder in diesem Bereich eine hohe spektrale Empfindlichkeit haben, in Verbindung mit Lichtwellenleitern aus Kunststoff eingesetzt sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

FIG.1

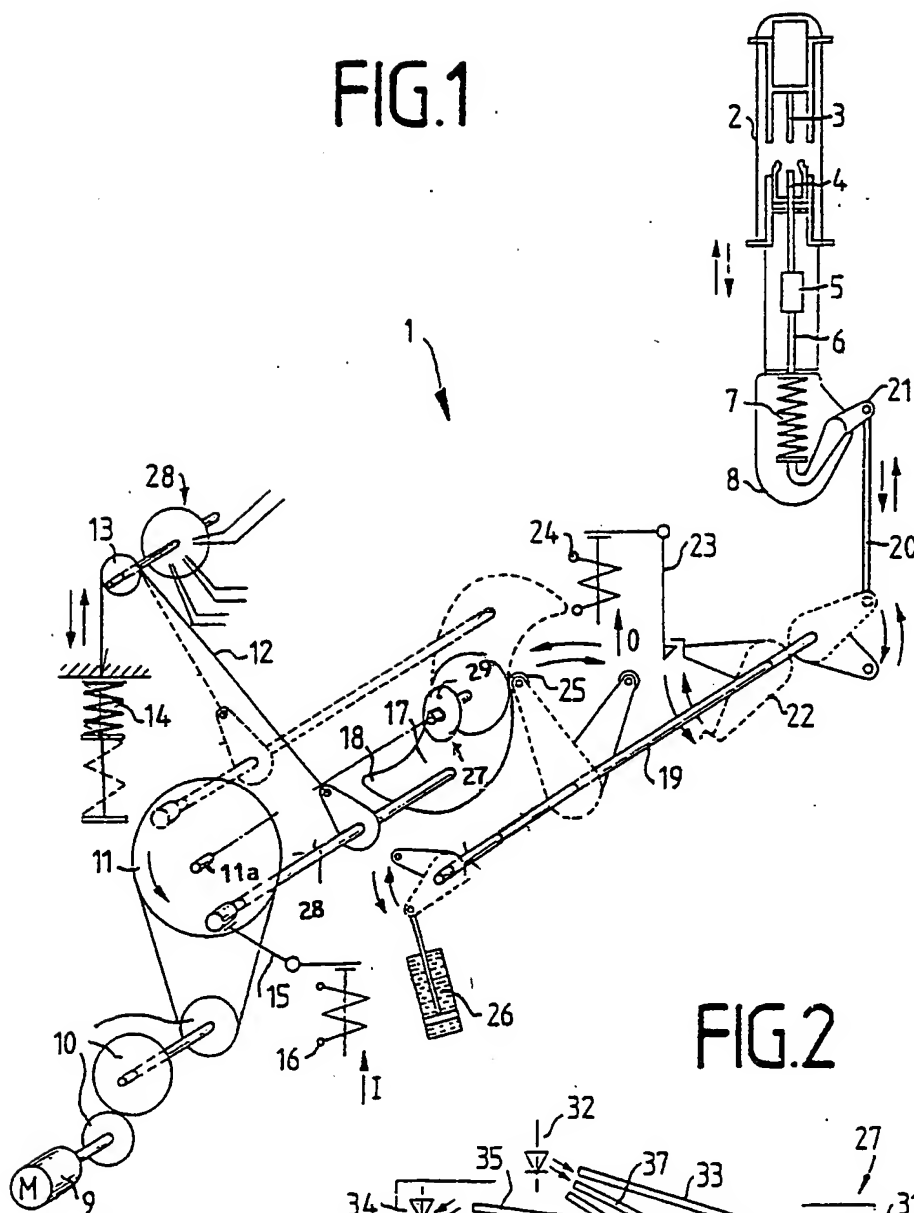


FIG.2

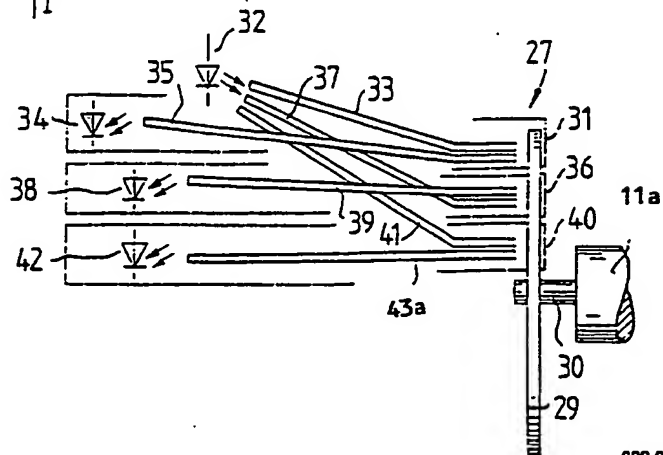


FIG.3a

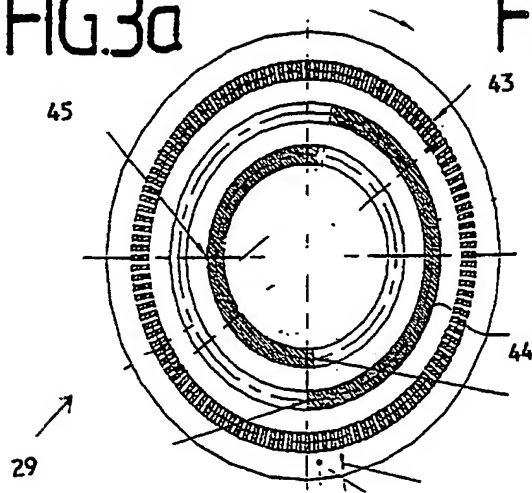


FIG.3b

